Académie Wallonie-Bruxelles, Université Libre de Bruxelles

Solvay Brussels School of Economics and Management
Master complémentaire en gestion industrielle et technologique **2010-2011**

TECHNIQUES QUANTITATIVES DE GESTION I

GEST-D-615

Professeur : Guy MÉLARD

E-mail: gmelard@ulb.ac.be
http://homepages.ulb.ac.be/~gmelard

ECARES, CP 114
avenue F. D. Roosevelt, 50, 1050 Bruxelles
Tél.: +32-2-6504604 Fax: +32-2-6504012
(localisation: bât. S, niveau 11, S.11.131)

TECHNIQUES QUANTITATIVES DE GESTION I

Guy MÉLARD - Professeur de l'Université,
Faculté Solvay Brussels School of Economics and Management

Objectifs

A l'issue du cours, les étudiants auront acquis les principes de base de l'utilisation de techniques probabilistes et statistiques dans des problèmes de gestion. Ils seront à même d'aider à la prise de décision dans l'entreprise, d'exploiter l'information statistique disponible et de profiter des moyens modernes (tableurs, logiciels statistiques) pour les traitements. En particulier, ils seront capables de comprendre les fondements des principales méthodes de prévision, de juger si l'information disponible est bien employée, de choisir la méthode la mieux adaptée à un contexte économique ou social donné, de l'appliquer de manière critique en utilisant les logiciels disponibles.

Plan du cours

Chapitre 1 - Concepts et définitions

Ensemble d'information: modèles statistiques et explicatifs
Fonctions de coût et critères
Prévision probabiliste et intervalle de prévision

Chapitre 2 - Régression linéaire simple

Chapitre 3 - Courbes de croissance

Utilisations en marketing

Chapitre 4 - Lissage par moyenne mobile

Utilisation en prévision financière

Chapitre 5 - Méthodes de décomposition saisonnière

Principe de décomposition; méthodes élémentaires
Données corrigées des variations saisonnières
Prévision du cycle économique

Chapitre 6 - Méthodes de lissage exponentiel

Lissage exponentiel simple, double, de Holt, de Winters, et avec amortissement

Chapitre 7 - Régression linéaire multiple

Estimation des paramètres et qualité de l'ajustement
Conditions d'utilisation et analyse des résidus
Sélection des variables et de l'échantillon
Régression sur des séries chronologiques et prévision
Application en marketing

Chapitre 8 - Autocorrélation et erreurs de stationnarité

Initiation aux processus aléatoires stationnaires
Tests statistiques d'autocorrélation

Chapitre 9 - Modèles de séries chronologiques

Méthodes de prévision et formes ARIMA
Etude de modèles autorégressifs, moyenne mobile et ARMA
Modèles non stationnaires

Chapitre 10/11 - Méthode de Box et Jenkins

Les étapes de la méthode
Quelques extensions: modèles de régression à erreurs autocorrélées et modèles d'analyse d'interventions.

Ouvrage de référence

Méthodes de prévision à court terme, par Guy MELARD, Editions Ellipses, Paris, et Editions de l'Université de Bruxelles, Bruxelles, 2007, **2e édition**.
N.B. La première édition de 1990 reste valable mais ne contient pas le CD.

Sites web (voir l'annexe E pour d'autres sites)
Page de Guy Mélard : http://homepages.ulb.ac.be/~gmelard/
Université Virtuelle de l'ULB : http://uv.ulb.ac.be/ (accès limité aux étudiants du cours)

Liste des documents annexes

A. Présentation générale

B. Programme détaillé

C. Instructions relatives au travail d'examen

D. Documents relatifs aux exemples traités durant l'exposé (*)

E. Texte des cas (*)

F. Notes complémentaires et compléments bibliographiques sur la prévision (*)

G. Lecture supplémentaire (*)

H. Les logiciels (*)

Time Series Expert Training Manual (extrait du manuel de TSE version 3.3),
by Guy Mélard

Lettre circulaire relative à TSE version 3.3 et bon de commande

I. Références complémentaires y compris sur l'Internet

J. Copies du diaporama

K. Liste complète des exercices disponibles en version électronique (*)

L. Mise à jour 2010 (*)

(*) Pour réduire l'épaisseur des notes, ces annexes sont fournies sur l'université virtuelle

Annexe A

Présentation générale

Annexe B

Programme détaillé

Cours	Date/Lieu	Matière du cours (à titre indicatif)	Difficulté
1	S 13/11/10, AY2.114	Présentation générale (annexe A) Chap. 1 et 2	très facile (*)
2	S 27/11/10, AY2.114	Chap. 3 et 4	facile (**)
3	S 4/12/10, AY2.114	Chap. 5 et 6 (partie 1)	facile (**)
4	Ma 7/12/10, Renais-sance (bât. J)	Travaux dirigés +Chap. 6 (partie 2)	moyen (***)
5	S 11/12/10, AY2.114	Chap. 7	moyen (***)
6	Ma 14/12/10, AY2.114	Chap. 7 et 8	moyen (***)
7	S 18/12/10, AY2.114	Chap. 9 et 10	difficile (****)
8	Ma 21/12/10, AY2.114	Chap. 10 et 11 partiellement)	difficile (****)

Examen: travail à remettre pour le lundi 24/01/11 **AU PLUS TARD** (2e session: 29/08/11). **Pénalité d'un point par jour de retard !** Voir l'annexe C pour les instructions.

Lectures recommandées (correspondant au cours enseigné)

Ouvrage: *Méthodes de prévision à court terme*, par Guy MELARD, Editions de l'Université de Bruxelles, Bruxelles et Editions Ellipses, Paris, 2007, 2e édition.

Chapitre 1: pp. 25-36 (21-32)(*).
Chapitre 2: pp. 41-62 (37-43, 45-52 et 54-57).
Chapitre 3: pp. 71-80 (67-79).
Chapitre 4: pp. 87-97 (83-91).
Chapitre 5: pp. 105-130, 135 (99-124 et 131).
Chapitre 6: pp. 143-167 (139-148 et 156-165).
Chapitre 7: pp. 183-235 (171-178, 181-191, 196-203, 206-230).
Chapitre 8: pp. 279-302 (269-292).
Chapitre 9: pp. 315-354 (299-343).
Chapitre 10: pp. 371-424 (347-389).
Chapitre 11: pp. 449-450, 454-460, 464-467 (409-410, 414-418, 423-433).

(*) Les pages entre parenthèses se réfèrent à la 1e édition.

Annexe C

Instructions relatives au travail d'examen

1. Introduction

La note est attribuée sur base d'un travail. Le travail doit être relatif au cours, être réalisé par un groupe homogène d'élèves (2, éventuellement 3, si le volume le justifie et après accord du titulaire), représenter en temps au moins le temps d'étude d'un cours de 30 heures et respecter pour le fond comme pour la forme les instructions générales de la SBS-EM. Par exemple :

- effectuer le travail personnellement sans aide sauf éventuellement pour la compréhension du cours,
- citer les références utilisées,
- éviter les copies textuelles sauf à mentionner la source (avec mention de la page),
- ne pas employer de données confidentielles,
- éventuellement maquiller les données si cela peut satisfaire le fournisseur.

2. Le sujet et les données

Les meilleurs travaux sont ceux dont on se sent le plus proche: plutôt que de traiter des données officielles ou des données trouvées sur l'internet, ***il est plus intéressant d'offrir ses services à une entreprise ou à une collectivité et de dialoguer avec un partenaire intéressé par le projet***.

Autres recommandations:

- Pour certaines méthodes (celles des deux derniers chapitres en particulier), les séries chronologiques doivent être mensuelles ou trimestrielles et comporter au moins une soixantaine de données.
- De façon générale, il est conseillé d'employer des séries aussi longues que possible sous réserve qu'elles soient homogènes.
- Réfléchir où placer les données dans le temps: en fin de mois (variable de niveau) ou en milieu de mois (variable de flux).
- Essayer d'établir des liens avec les autres cours sans provoquer de double emploi.

- Introduire le problème traité (intérêt de la prévision, terminologie, qualité des données, ...); en revanche, il n'est pas nécessaire de reprendre des éléments du cours (sauf à la demande d'un partenaire extérieur ...), le titulaire le connaissant suffisamment.
- Joindre les données sous forme de tableau ou sur disquette afin de permettre la reproductibilité des résultats. Présenter le graphique des données.

3. Les méthodes

Parmi les méthodes étudiées dans le cours, la régression multiple et les modèles ARIMA sont les plus aptes à alimenter une discussion intéressante. Il ne faut pas négliger pour autant les moyennes mobiles, la décomposition saisonnière, les différentes formes de lissage exponentiel. On essayera toujours d'avoir au moins deux modèles de façon à pouvoir les comparer.

Pour tenir compte des différences de formation préalable des étudiants, il est demandé de constituer des binômes homogènes et il est recommandé de limiter les méthodes utilisées comme suit, en utilisant la cotation en étoiles de l'annexe B :

- Pour ceux dont la formation préalable a comporté des cours de mathématiques et de statistique approfondis (ingénieurs, licenciés en sciences, en sciences économiques, ...) : jusqu'à **** ;
- Pour ceux sans aucune formation préalable quantitative (licenciés en droit, en philologie, ...) : jusqu'à ** plus un sujet de niveau ***, au choix ;
- Pour les autres étudiants : jusqu'à ***.

Afin que la comparaison de méthodes de prévision soit justifiée, on estimera les modèles en laissant de côté quelques données (entre 6 mois et 2 ans, en général) qui ne seront utilisées que pour juger de la validité des méthodes. Utiliser à cette fin les critères vus dans le chapitre 1, notamment les critères RMSE et MAPE.

Certaines méthodes (régression linéaire, modèles ARIMA) permettent de réaliser des intervalles de prévision. Une méthode élémentaire décrite dans le chapitre 1 permet de représenter la fonction de distribution de la valeur future, de façon approchée. On peut en déduire un intervalle de prévision tout autant approché mais ceci quelle que soit la méthode de prévision utilisée.

Privilégier des modèles qui peuvent être formulés a priori, sans connaître les données et qui sont donc de ce fait susceptibles d'une explication. D'autre part, les données étudiées sont chronologiques. Les dates auxquelles arrivent des résidus importants sont donc intéressantes et peuvent correspondre à des faits historiques répertoriés. Outre la littérature spécialisée, des encyclopédies ou des ouvrages comme le "Quid" (Editions Robert Laffont) peuvent être consultés. L'accès aux numéros anciens de journaux demande plus de temps. Penser aux ressources de l'Internet.

La modélisation peut être un jeu dangereux. A plusieurs endroits dans le cours on met en garde contre le fait d'employer plus de paramètres qu'il n'est nécessaire (surparamétrisation) et contre le danger des tests statistiques multiples (si 100 tests sont réalisés au niveau de 5%, on doit s'attendre à 5 rejets de l'hypothèse dans le cas où celle-ci est vraie). C'est surtout dangereux avec les modèles ARIMA, où on a parfois tendance à employer des modèles trop complexes.

Autres recommandations:

- Privilégier des modèles qui peuvent être formulés a priori, sans connaître les données et qui sont donc de ce fait susceptibles d'une explication.
- D'autre part, les données étudiées sont chronologiques. Les dates auxquelles arrivent des résidus importants sont donc intéressantes et peuvent correspondre à des faits historiques répertoriés. Outre la littérature spécialisée, des encyclopédies ou des ouvrages comme le "Quid" (Editions Robert Laffont) peuvent être consultés. L'accès aux numéros anciens de journaux demande plus de temps. Penser éventuellement aux ressources de l'Internet.
- La modélisation peut être un jeu dangereux. A plusieurs endroits dans le cours on met en garde contre le fait d'employer plus de paramètres qu'il n'est nécessaire (surparamétrisation) et contre le danger des tests statistiques multiples (si 100 tests sont réalisés au niveau de 5%, on doit s'attendre à 5 rejets de l'hypothèse dans le cas où celle-ci est vraie). C'est surtout dangereux avec les modèles ARIMA, où on a parfois tendance à employer des modèles trop complexes.

Voici quelques remarques au sujet des différentes méthodes.

- Quelle que soit la méthode envisagée, commencer par une étape de familiarisation avec les données (paragraphe 10.2 dans l'ouvrage de référence) et une analyse préliminaire (paragraphe 10.3) au moins sous forme sommaire.
- Certaines méthodes nécessitent certaines conditions pour être employées: par exemple, le lissage exponentiel simple n'est pas applicable s'il y a une tendance (voir alors le lissage double de Brown ou le lissage de Holt) ou s'il y a une saisonnalité (voir alors le lissage de Winters ou appliquer le lissage simple sur la série corrigée des variations saisonnières, voir ci-dessous).
- Réfléchir avant d'agir. Ce n'est pas gênant qu'une méthode soit appliquée alors qu'il ne faudrait pas à condition que ceci soit remarqué et commenté dans le rapport.
- Pour la méthode de prévision par moyenne mobile sur des données mensuelles, le choix d'un ordre 12 est le plus mauvais qu'on puisse faire pour la prévision puisque la saisonnalité est rabotée; de plus, le centrage est justifié pour du lissage mais pas pour de la prévision.
- Il y a fréquemment choix entre un modèle additif et un modèle multiplicatif (ou un modèle additif sur la série en logarithmes). Justifier ce choix par l'examen graphique (voir chapitre 5).
- Pour que la décomposition saisonnière soit bien réalisée il convient que la tendance soit déterminée non pas à partir des moyennes mobiles sur un an, mais à partir des moyennes annuelles (voir l'ouvrage de référence). S'il y a une grande instabilité dans la comparaison données - tendance-cycle, on peut obtenir les coefficients saisonniers autrement que par une moyenne (moyenne tronquée, voire médiane).
- L'analyse des résidus (moyenne, étude de l'homoscédasticité, détection des valeurs aberrantes, autocorrélation) fait partie intégrante de la régression multiple et de la modélisation ARIMA mais il n'y a pas de raison pour ne pas l'utiliser sur les erreurs de prévision des autres méthodes.
- On insiste dans le cours sur les liens entre le lissage exponentiel et les modèles ARIMA. Il est conseillé d'exploiter ces liens.

- Certaines méthodes ne sont pas adaptées à la présence d'une saisonnalité, comme les lissages exponentiels simple et double. Il faut alors les appliquer sur les séries corrigées des variations saisonnières, et restituer la saisonnalité aux prévisions (c'est très facile à faire dans TSE).
- La régression multiple comme les modèles ARIMA permettent d'inclure de l'information extérieure. De l'information qualitative peut être introduite à l'aide de variables binaires, notamment.

4. Les logiciels

Du point de vue des logiciels, les salles informatiques disposent notamment de EViews (version 3.1), d'Excel (version 2003 ou 2007) et de SPSS. D'autres logiciels (gratuits, en version d'évaluation limitée dans le temps ou éventuellement disponibles sur le lieu de travail comme SAS, SPSS, Statistica, Systat, XLStat, Statgraphics, Minitab, …) peuvent être employés. Sur le CD-Rom de Mélard (2007) sont disponibles TSE pour DOS (version 2.4) et TSE pour Windows (version 3.2). TSE pour Windows a été fortement amélioré entre-temps. Une version TSE 3.3 est disponible sur le site du cours dans l'Université virtuelle, voir annexe H. Remarquons ce qui suit:

- Les assistants des salles informatiques ne sont pas engagés pour aider à l'emploi des logiciels (un cours a été donné sur ce sujet par le titulaire).
- Excel est très bien adapté pour la présentation de tableaux et de graphiques, pour les moyennes mobiles, la décomposition saisonnière et le lissage exponentiel.
- Dans EViews, il faut spécifier explicitement la constante dans un modèle.
- EViews et TSE permettent de traiter les modèles ARIMA, pas Excel. La notation de EViews pour les coefficients d'un polynôme moyenne mobile n'est pas la même que dans le cours (les coefficients sont changés de signe).
- Time Series Expert ou TSE en version 2.2 (version téléchargeable sur l'Internet), 2.3 (version installée dans les salles Renaissance) ou 2.4 (version sur l'Université virtuelle ou sur le CD-Rom joint à la 2^{e} édition du livre) n'étant pas un logiciel conçu pour Windows, il peut s'avérer difficile (voire impossible sous Windows XP et suivants) de copier/coller les graphiques. Pour les systèmes où cela marche, on peut ouvrir une fenêtre de commande et employer l'option "Edit" de la case système pour marquer et copier et ensuite coller dans WordPad ou un traitement de texte. Pour les textes et tableaux, le mieux est de sauver les fichiers et de les ouvrir dans le traitement de texte, comme fichiers texte MS-DOS. En configurant TSE, on peut aussi sauver les graphiques en mode PostScript (avec une extension EPS) et les insérer dans Word (à condition de disposer d'une imprimante PostScript) ou les convertir dans un programme approprié (Adobe Illustrator, par exemple). La version 2.4 de TSE dispose d'un programme de réalisation de graphiques sous Windows qui facilite les récupérations de graphiques. Cette version DOS ne fonctionne pas du tout dans un système Microsoft à 64 bits (XP, Vista ou Seven) et pas non plus sous MacOS ou Linux à moins d'employer la DosBox (http://www.dosbox.com/) qui permet de l'employer virtuellement partout.

- Time Series Expert ou TSE en version 3.2 est un logiciel dont l'interface est conçue pour Windows. Parce qu'il emploie encore des programmes 16 bits, il ne fonctionne pas sous les systèmes 64 bits. Cette version était fournie sur le CD-Rom de Mélard (2007).
- Time Series Expert ou TSE en version 3.3 est un logiciel dont l'interface est conçue pour Windows. Il existe(ra) en 4 éditions. A l'exception de l'édition de démonstration, il fonctionne sous les systèmes Windows 64 bits. L'édition professionnelle est disponible sur l'Université virtuelle. Les deux autres éditions seront commercialisées (http://www.itse.be/) et permettent de traiter plus de 400 observations. L'édition professionnelle étendue contiendra le module TSE-AX de modélisation automatique partiellement automatique, c'est-à-dire une version améliorée du module optionnel TSE-AX de la version 2.3.
- Le passage entre Eviews ou TSE 2.4, d'une part, et Excel, d'autre part, peut se faire par l'intermédiaire du format WK1 (feuille de calcul de Lotus 1-2-3 version 2). Le tableur incorporé de TSE 3.2 ou 3.3 permet les opérations de copier/coller des données avec les tableurs.
- Les fichiers de données de EViews, d'extension .DB, peuvent être lus et écrits par TSE. En revanche les fichiers de type "workfile", d'extension .WF1 ne peuvent pas être récupérés.

5. Le rapport

Quelques conseils

- Fournir un rapport écrit imprimé et relié (une version électronique **ne** suffit **pas**).
- Donner les noms, les diplômes principaux et les adresses de courrier électronique de chacun des membres du groupe pour faciliter la communication.
- Pour chaque étudiant, faire figurer (en page 2) la mention "*J'affirme sur l'honneur que j'ai effectué ce travail personnellement*" et signer.
- **Signaler la répartition du travail entre les participants, qui devrait être équilibrée.**
- Commencer par une introduction au problème mentionnant les objectifs poursuivis et justifiant les méthodes utilisées.
- Ne pas nécessairement reprendre tous les tableaux et tous les graphiques de résultats. Se limiter aux éléments essentiels, en particulier à ceux qui servent à prendre une décision fondamentale. Il est fortement recommandé de joindre les détails dans une version électronique (sur disquette, CD ou par courrier électronique (à condition de n'envoyer les fichiers que sous la forme d'un seul fichier compressé, dans ce dernier cas).
- Si les tableaux ne sont pas récupérés d'un logiciel mais sont saisis à nouveau, on peut se contenter des chiffres les plus significatifs (2 à 4, le plus souvent). Des résultats statistiques à 10 décimales sont rarement plus corrects que ceux à 4 décimales.
- Eviter autant que possible le jargon propre au domaine étudié comme le jargon statistique. Donner les équations des modèles utilisés. Choisir le nom des variables (plutôt que de prendre X, Y ou VAR). Si les données ont été fournies par un tiers, rédiger le texte de manière à ce que l'essentiel lui soit compréhensible.

- Ne pas oublier les conclusions, y compris sur l'utilité des méthodes utilisées.
- Prendre l'habitude de soigner la forme. Un gestionnaire du 21e siècle doit maîtriser les outils mis à sa disposition (traitement de texte, tableur, logiciel de dessin) afin de réaliser la *communication* de sa connaissance.

Le travail doit être rendu le jour convenu c'est-à-dire le jour spécifié à l'annexe B. **Une pénalité d'un point par jour de retard sera appliquée.**

Le titulaire du cours (ou son suppléant désigné) se réserve le droit de convoquer un étudiant pour discuter du travail et s'assurer ainsi que ce travail a bien été réalisé par l'étudiant.

Annexe D

Documents relatifs aux exemples traités durant l'exposé

© Guy Mélard, Université Libre de Bruxelles, 2010

Ces exemples dont certains sont traités dans le cours sont disponibles dans l'Université Virtuelle sous le nom indiqué

1. Ventes de champagne en France (1) **CHAMP1F.pdf**

2. Ventes de champagne en France (2) **CHAMP2F.pdf**

3. Ventes de champagne en France (3) **CHAMP3F.pdf**

4. Produit intérieur brut de l'Italie et
Prix de la viande de taureau **PIBTAUR.pdf**

Annexe E

Texte des cas

© Guy Mélard, Université Libre de Bruxelles, 2010

Ces exemples dont certains sont traités dans le cours sont disponibles dans l'Université Virtuelle sous le nom indiqué

Prévision de ventes de VTT (VTT) (basé sur St-Pierre, A., Méthodes analytiques appliquées aux problèmes de gestion, Bo-Pré, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec), 1986, 164-165) **VTT.pdf**

Prévision des ventes de crème glace (ICECREAM) (basé sur Koteswara Rao Kadiyala, Econometrica, 38, 1970, 97-117) **ICECREAM.pdf**

Prévisions de ventes de pièces automobiles par région (AUTOSPARE) (basé sur St-Pierre, A., Méthodes analytiques appliquées aux problèmes de gestion, Bo-Pré, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec), 1986, 93) **AUTOSPAR.pdf**

Analyse des ventes d'une société de matériel de jardinage (GEE) **GEE.pdf**

Prévision des ventes en employant les dépenses de promotions (HARMON) (basé sur Vatter *et al.*, 1978) **HARMON.pdf**

Cas SHARPCO (basé sur Hill, C. W. L. et Jones, G. R., Strategic Management, An Integrated Approach, Houghton Mifflin, Boston.1989, pp. 618-635)

SHARPCO.pdf

Production en assurance-vie mixte (ASSVIE) (basé sur un article de Guy Mélard, in J.-J. Droesbeke *et al.*, éditeurs, Séries chronologiques : théorie et pratique des modèles ARIMA, Economica, Paris, 1989, pp. 242-285) **ASSVIE.pdf**

Annexe F

Notes complémentaires et compléments bibliographiques sur la prévision

Peut-on prévoir?
Méthodes qualitatives et de jugement
Méthodes statistiques et modèles théoriques
Validité des prévisions
Méthodes spécifiques

Disponible sur l'Université virtuelle, sous le nom ENPNOT05.pdf

Annexe G

G. Lecture supplémentaire

HIBON, M. and MAKRIDAKIS, S. (1999), The M3-Competition, 19th International Symposium on Forecasting.

Disponible sur l'Université virtuelle, sous le nom M3ISF99.pdf

Annexe H

Les logiciels

Tous les logiciels souhaités peuvent être employés. Néanmoins, pour des raisons de coordination au sein des groupes, la préférence va aux logiciels disponibles dans les salles informatiques Renaissance de la Faculté Soco, c'est-à-dire:

Excel 2003 ou 2007
EViews
SPSS

TSE version 3.3 professionnelle sera également diffusée par l'Institut de Recherche en Statistique de l'Université Libre de Bruxelles ou par ITSE (http://www.itse.be/) pour tout emploi en dehors du contexte d'enseignement à l'ULB. Pour les besoins du cours, le module TSE/AX n'est pas recommandé, d'où un coût de 25,00 EUR au tarif étudiant, 50,00 EUR au tarif normal, documentation incluse (voir le tarif dans le document OFFRE33P.pdf).

Pour les étudiants de ce cours, il est proposé d'employer la version 3.3 disponible sur le site de l'Université Virtuelle de l'ULB ou la version 3.2 sur le CD du livre "Méthodes de prévision à court terme" par Guy Mélard, avec une mise à jour sur le site de l'Université Virtuelle de l'ULB. Ces deux emplacements proposent aussi la version 2.4 qui fonctionne en mode commande (y compris sous Linux, après installation du logiciel DosBox).

Pour des systèmes opératoires autres que ceux de Windows, on peut conseiller Wine pour Linux (http://www.winehq.org/, gratuit) et CrossOver pour MacOS (http://www.codeweavers.com/, commercial). Pour MacOS, outre BootCamp, il existe d'autres solutions comme VirtualBox (http://www.virtualbox.org/, gratuit mais nécessitant l'installation d'une version de Windows) ou commerciales comme Parallels (http://www.parallels.com/) ou VMWare Fusion (http://www.vmware.com/) qui recourent à la virtualisation.

- Il existe également une version 2.2 disponible sur l'Internet par FTP anonyme au site suivant (ftp.ulb.ac.be/). Entrez le nom d'utilisateur "anonymous" et votre adresse de courrier électronique comme mot de passe, et accédez le fichier tse.zip dans le répertoire suivant: /pub/packages/tse.
- Décompresser le programme et suivez les instructions dans le fichier README.TXT pour imprimer un petit document introductif et un manuel réduit sur une imprimante PostScript. Installez ensuite le logiciel et consultez l'aide en ligne. Actuellement il est encore disponible à l'emplacement suivant http://www.ulb.ac.be/isro/Units/computation.html.

Cependant, il est recommandé d'employer plutôt la version 2.4 de manière à profiter de la nouvelle version des méthodes (chapitres 3 à 5) mais aussi de diverses corrections. Cette mise à jour comporte une version pour Windows du programme produisant les graphiques, ce qui facilite la sauvegarde au format JPG ou le copier/coller.

Remarque. La documentation du cours "Initiation à l'usage de l'informatique" autrefois enseigné par G. Mélard comporte un guide d'apprentissage de Windows, de Word for Windows et d'Excel (avec annexe détaillée comportant plusieurs fonctions avancées utiles pour le présent cours).

Instructions pour préparer les données pour Time Series Expert

Le jeu de données doit consister en une seule série chronologique. Plusieurs séries (stockées dans des fichiers séparés) sont toutefois bienvenues si l'une d'elles peut être causalement être reliée à d'autres (comme des ventes et des dépenses de promotion).

1. Des données confidentielles doivent soit être évitées, soit être maquillées par exemple par la multiplication par un nombre aléatoire.
2. Les séries peuvent être mensuelles ou trimestrielles. La longueur de la série est aussi grande que possible, avec un maximum de 400 valeurs. Des séries qui ne sont ni mensuelles ni trimestrielles sont autorisées pourvu qu'elles soient spécifiées comme non datées (voir ci-dessous). Des données manquantes ne sont pas permises. Elles devraient être remplacées par des valeurs plausibles. Les séries annuelles sont trop courtes pour être employées par la plupart des techniques couvertes dans le cours.
3. *Les données peuvent être créées dans le tableur de TSE (version DOS ou Windows). Celui de la version Windows accepte de coller des données provenant d'Excel ou d'un autre tableur.*
4. Il est aussi possible de créer dans Excel à condition de les mettre dans la colonne A d'une feuille spécifique d'un classeur à partir de la ligne 1 et exactement comme dans le tableau suivant, de sauvegarder d'abord le fichier de type Excel avant de sauvegarder un extrait (par le menu Fichier, Enregistrer sous) en choisissant, dans la zone "Type de fichier" le mode texte (*.txt) et de spécifier le nom de fichier "nom.DB". Le nom est limité à 8 caractères et doit comporter l'extension ".DB". Accepter que seule la feuille courante soit sauvegardée.

Nom de fichier: CHAMP.DB	Nom de fichier avec extension .DB
"cSales of champagne in France"	titre de la série, comme illustré, 1 ligne au plus note: elle commence et se termine par les caractères "c et "
-12	pour données mensuelles mais -4 pour des données trimestrielles,
1962.01	-1 pour des données annuelles, 1 pour des données non datées date de début = janvier 1962 (1 chiffre décimal pour des données trimestrielles omis pour données non datées ou annuelles)
1970.09	date de fin = septembre 1970 (1 chiffre décimal pour des données trimestrielles, pas de chiffre décimal pour données annuelles, longueur de la séries pour données non datées)
2.815	première valeur avec/sans point décimal (pas de virgule mais format arbitraire)
2.676	les autres valeurs sur des lignes successives
...	
5.877	dernière valeur

Annexe I

Références complémentaires y compris sur l'Internet

Livres et articles

Revues

Associations

Université virtuelle

Sites Web

Livres et articles

ABRAHAM, B. et LEDOLTER, J. (1983), Statistical Methods for Forecasting, Wiley, New York.

ANDERSON, O. D. (1976), Time Series Analysis and Forecasting: The Box-Jenkins Approach, Butterworths, London.

ARMSTRONG, J. S. (1985), Long-range Forecasting from Crystal Ball to Computer, Wiley, Chichester (2nd ed.).

ATKINSON, A. C. (1986). Plots, Transformations and Regression. Oxford University Press, Oxford.

BOURBONNAIS, R. et TERRAZA, M. (2004). Analyse des séries temporelles - Applications à l'économie et à la gestion, Dunod, Paris.

BOURBONNAIS, R. et USUNIER, J.-C. (2007). Prévision des ventes - Théorie et pratique, Economica, Paris, 4e édition.

BOX, G. E. P., JENKINS, G. M. et REINSEL G. C. (1994), Time Series Analysis, Forecasting and Control,} Prentice-Hall Press, (3rd edition).

BRANCKAERT, E., MELARD, G., PASTEELS, J.-M. et VANDER STRICHT, V. (1990), Un système expert de prévision économique : Prise en compte de l'information qualitative, Mondes en Développement, 18, n°72, 49-62.

BROCKWELL , P.J. , DAVIS , R.A. (1998), Time Series: Theory and Methods, Springer-Verlag.

BROCKWELL , P.J. , DAVIS , R.A. (2003), Introduction to Time Series and Forecasting, 2nd edition, Springer-Verlag.

BROWN, R. B. (1993), Introduction to the Mathematics of Demography, Actex Publications, Winsted.

BROZE, L. et MELARD, G. (1990), Exponential smoothing: estimation by maximum likelihood, The Journal of Forecasting, 9, n°5, 445-455.

CHATFIELD, C. (2003), The Analysis of Time Series: Theory and Practice, Chapman and Hall, London, 6ème édition.

CHATTERJEE, S., et PRICE, B. (1991), Regression Analysis by Example, Wiley, New York (2nd ed.).

COUTROT, B. et DROESBEKE, F. (1990), Les méthodes de prévision, Que Sais-je? n°2157, Presses Universitaires de France, Paris (2e éd.)

CROMWELL, J. B., LABYS, W. C. et TERRAZA, M. (1994), Univariate tests for time series models, Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-099, Sage, Thousand Oaks (CA).

CROMWELL, J. B., HANNAN, M., LABYS, W. C. et TERRAZA, M. (1994), Multivariate tests for time series models, Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, 07-100, Sage, Thousand Oaks (CA).

DEN BUTTER, F. A. G. et FASE, M. M. G. (1991), Seasonal adjustment as a practical problem, North-Holland, Amsterdam.

DE PALMA, A., DROESBEKE, J.-J., LEFEVRE, C. (1991), Modèles de diffusion en marketing, Presses Universitaires de France, Paris.

DORAN, H. E. (1989), Applied Regression Analysis in Econometrics, Marcel Dekker, New York.

DRAPER et SMITH H. (1981), Applied Regression Analysis, Wiley, New-York (2nd ed.).

DROESBEKE, J.-J., FICHET, B. and TASSI, Ph. (1989). Séries chronologiques : théorie et pratique des modèles ARIMA, Economica, Paris.

DURBIN, J., KOOPMAN S. J. (2001), Time Series Analysis by State Space Methods (Oxford Statistical Science Series), Oxford University Press.

FERICELLI, A.-M. (1978), Théorie appliquée à la gestion - Application à la gestion des entreprises, Economica, Paris.

FREUND, R. J. et MINTON, P. D. (1979), Regression Methods: a Tool for Data Analysis, Marcel Dekker, New York.

FARNUM, N. R. and STANTON, L. W. (1989) Quantitative forecasting methods, Chapman and Hall.

FOSTER , D.P. , STINE , R.A. , WATERMAN , R.P. : (1998), Business Analysis Using Regression, Springer-Verlag.

FULLER, Wayne A. (1995). Introduction to Statistical Time Series, Wiley, New York (2nd edition)

GARDNER, E. S. Jr. (1985), Exponential smoothing: the state of the art, Journal of Forecasting, 4, 1-28.

GIARD, V. (1980), Statistique appliquée à la gestion, Economica, Paris.

GOURIEROUX, Christian (1992) Modèles ARCH et applications financières, Economica.

GOURIEROUX, C. et MONFORT, A. (1990), Séries temporelles et modèles dynamiques, Economica, Paris.

GRANGER, C. W. J. (1980), Forecasting in Business and Economics, Academic Press, New York.

GRANGER, C. W. J. et NEWBOLD, P. (1986), Forecasting Economic Time Series, Academic Press, New York (2nd ed.).

HAFNER, C. (1997), Nonlinear Time Series Analysis with Applications to Foreign Exchange Rate Volatility, Physica-Verlag

HAMILTON, J. (1994), Time Series Analysis, Princeton University Press, Princeton.

HÄRDLE , W. : (1991), Smoothing Techniques, Springer-Verlag.

HARVEY, A. C. (1989), Forecasting, Structural Time Series and the Kalman Filter, Cambridge University Press, Cambridge.

HERBST, A. F. (1992) Analyzing and forecasting futures prices, Wiley, New York.

HILL, C. W. L. et JONES, G. R. (1989), Strategic Management, An Integrated Approach, Houghton Mifflin, Boston.

HOLLANDER, M. , and WOLFE D. A.(1999), Nonparametric Statistical Methods, Wiley, New York, 2nd edition.

HUET , S. , BOUVIER , A. , GRUET , M.-A. , JOLIVET , E. : (1996), Statistical Tools for Nonlinear Regression, Springer-Verlag.

HYLLEBERG, S. (ed.) (1992), Modelling seasonality, Oxford University Press, Oxford.

JAIN, C. L. (ed.) (1987), A managerial guide to judgmental forecasting, Graceway Publishing Company, Flushing (NY).

JAIN, C. L. (ed.) (1988), Understanding Business Forecasting - A Manager's Guide (2nd ed.), Graceway Publishing Company, Flushing (NY).

JENKINS, G. M. (1979), Practical Experiences with Modelling and Forecasting Time Series, GJP Publications, St Helier.

JOHNSTON, J. J. (1988), Econometric Methods, McGraw-Hill, Auckland (3rd ed.).

KANTZ, H. and SCHREIBER, T. (1997). Nonlinear Time Series Analysis, , Cambridge University Press.

KENDALL, M. G. et ORD, J. K. (1990), Time-series, Arnold, Sevenoaks, (3rd ed.).

KITAGAWA , G. , GERSCH , W. : (1996), Smoothness Priors Analysis of Time Series, Springer-Verlag.

KLEIN, Judy L. (1997). Statistical Visions in Time: A History of Time Series Analysis 1662-1938, Cambridge University Press.

KLINKE , S. : (1997), Data Structures for Computational Statistics, Physica-Verlag.

KROLZIG, H.-M. (1997). Markov-Switching Vector Autoregressions, Springer-Verlag.

LEVENBACH, H. et CLEARY, J. P. (1981), The Beginning Forecaster: The Forecasting Process Through Data Analysis, Lifetime Learning, Belmont.

LJUNG, L. and GLAD, Torkel (1994), Modeling of Dynamic Systems, Englewood Cliffs N.J., Prentice Hall

LJUNG, L. et SÖDERSTRÖM, T. (1983), Theory and Practice of Recursive Identification, MIT Press, Cambridge MA, 1983.

LÜTKEPOHL, H. (1993), Introduction to Multiple Time Series Analysis, Springer-Verlag, Berlin.

LÜTKEPOHL, H. (2006), New Introduction to Multiple Time Series Analysis, Springer-Verlag, Berlin.

MAKRIDAKIS, S. (1988), Metaforecasting - Ways of improving forecasting accuracy and usefulness, Int. J. Forecasting 4, 467-491.

MAKRIDAKIS, S., WHEELWRIGHT, S. S. (1978), Interactive Forecasting, Holden Day, San Francisco.

MAKRIDAKIS, S., ANDERSEN, A., CARBONE, R., FILDES, R., HIBON, M., LEWANDOWSKI, R., NEWTON, J., PARZEN, E. et WINKLER, R. (1984), The Forecasting Accuracy of Major Time Series Methods, Wiley, Chichester.

MAKRIDAKIS, S., CHATFIELD, C., HIBON, M., LAWRENCE, M., MILLS, T, ORD, K., and LEROY, F. S. (1993), The M2-Competition: A real-time judgmentally based forecasting study, International, Journal of Forecasting 9, 5-22.

MAKRIDAKIS, S., WHEELWRIGHT, S. S. et HYNDMAN, R. J. (1998), Forecasting: Methods and Applications, Wiley, New York (3rd ed.).

MARIANO, R., SCHUERMANN, T., WEEKS, M. (1999), Simulation-based Inference in Econometrics: Methods and Applications, Cambridge University Press.

MARTINO, Joseph P. (1983), Technological Forecasting for Decision Making, Elsevier, New York.

MEADE, N. (1984), The use of growth curves in forecasting market development, Journal of Forecasting, 3, 429-451.

MELARD, G. (1990), Méthodes de prévision à court terme, Editions de l'Université de Bruxelles, Bruxelles, et Editions Ellipses, Paris.

MELARD, G. (2007), Méthodes de prévision à court terme, Editions de l'Université de Bruxelles, Bruxelles, et Editions Ellipses, Paris, 2e édition.

MELARD, G. et PASTEELS, J.-M. (1997), "Manuel d'utilisateur de Time Series Expert (TSE version 2.3)", Institut de Statistique et de Recherche Opérationnelle, Université Libre de Bruxelles, Bruxelles, (3e éd.).

MIGLIARO, Al and JAIN, C. L. (ed.) (1988) Understanding Business Forecasting - A Manager's Guide (2nd ed.), Graceway Publishing Company, Flushing (NY).

MIGLIARO, Al and JAIN, C. L. (ed.) (1987) An executive's guide to econometric forecasting, Graceway Publishing Company, Flushing (NY).

MILLS, T. C. (1990), Time Series Techniques for Economists, Cambridge University Press, Cambridge.

MILLS, T. C. (1995), The Econometric Modelling of Financial Time Series, Cambridge University Press.

NAIDU , P.S. : (1995), Modern Spectrum Analysis of Time Series, Springer-Verlag.

NAZEM, Sufi M. (1988), Applied Time Series Analysis for Business and Economic Forecasting, Marcel Dekker, New York.

NIEDERREITER , H. , HELLEKALEK , P. , LARCHER , G. , ZINTERHOF, P. , (Eds.) : (1998), Monte Carlo and Quasi-Monte Carlo Methods 1996, Springer-Verlag.

O RUANAIDH , J.J.K., FITZGERALD , W.J. : (1996), Numerical Bayesian Methods Applied to Signal Processing, Springer-Verlag.

PARZEN , E. , TANABE , K. , KITAGAWA , G. , (Eds.) : (1998), Selected Papers of Hirotugu Akaike, Springer-Verlag.

PAYNE , R. , GREEN , P. , (Eds.) : (1998), COMPSTAT 1998 - Proceedings in Computational Statistics, Springer-Verlag.

PEGELS, C. C. (1969), Exponential smoothing: some new variations, Management Science, 12, 311-315.

PINDYCK, R. S. et RUBINFELD, D. L. (1976), Econometric Models and Economic Forecasts, McGraw-Hill, New York.

POAGE, S. T. (1970), Quantitative management methods for practicing engineers, Barnes & Noble, New York.

PRIESTLEY, M. B. (1991) Spectral Analysis and Time Series, Academic Press, New York.

PRIESTLEY, M. B. (1988) Non-Linear and Non-Stationary Time Series Analysis, Academic Press, New York.

RAÏFFA, H. (1973), Analyse de la décision: introduction aux choix et avenir incertain, Dunod, Paris.

RAO, C.R. (Editor) (1993), Computational Statistics (Handbook of Statistics, Vol 9), North-Holland

RAWLINGS , J.O. , PANTULA , S.G. , DICKEY , D.A. : (1998), Applied Regression Analysis, Springer-Verlag.

REINSEL , G.C. (2003), Elements of Multivariate Time Series Analysis, 2nd edition (Springer Series in Statistics) , Springer-Verlag.

REINSEL , G.C. , VELU , R.P. : (1998), Multivariate Reduced-Rank Regression, Springer-Verlag.

SEBER, G. A. F. (1977), Linear Regression Analysis, Wiley, New York.

SEN , A. , SRIVASTAVA , M. : (1997), Regression Analysis, Springer-Verlag.

SHUMWAY, R. H., STOFFER, D. S. (2006), Time Series Analysis and Its Applications: With R Examples, 2nd edition, (Springer Texts in Statistics), Springer-Verlag.

SPRENT, Peter (1998), Data Driven Statistical Methods (Chapman & Hall Texts in Statistical Science Series), Chapman Hall.

St-PIERRE, A. (1986), Méthodes analytiques appliquées aux problèmes de gestion, Bo-Pré, Saint-Jean-sur-Richelieu (Québec).

TIAO, G. C. et BOX, G. E. P. (1981), Modeling multiple time series with applications, J. Amer. Statist. Assoc., 76, 802-816.

TSAY, R. S. (2005), Analysis of Financial Time Series, (Wiley Series in Probability and Statistics), 2nd edition, Wiley, New York.

URL, T. and WÖRGÖTTER, A. (Eds.) (1995). Econometrics of Short and Unreliable Time Series, Springer-Verlag.

VATTER, P. A., BRADLEY, S. P., FREY, S. C. et JACKSON, B. B. (1978), Quantitative methods in management, Irwin, Homewood Ill.

WEI, W. W. S. (1990), Time Series Analysis: Univariate and Multivariate Methods, Addison-Wesley, Redwood City.

WEIGEND, Andreas S., and GERSHENFELD, Neil A. (1993). Time Series Prediction: Forecasting the Future and Understanding the Past: Proceedings of the NATO Advanced Research Workshop on Comparative Times.

WEST , M. , HARRISON , J. : (1997), Bayesian Forecasting and Dynamic Models, Springer-Verlag.

WHEELER, M. F. , (Ed.) : (1996), Environmental Studies: Mathematical, Computational, and Statistical Analysis, Springer-Verlag.

WHITE, H. (1994), Estimation, Inference and Specification Analysis, Cambridge University Press.

WOITEK, U. (1997). Business Cycles, Springer-Verlag.

WONNACOTT R.J. et WONNACOTT T.H. (1979), Econometrics, Wiley, New-York, 1979.

Revues

Journal of Forecasting
International Journal of Forecasting
Journal of Business Forecasting
Survey of Professional Forecasters

Associations

International Institute of Forecasters (http://www.forecasters.org/)
Institute of Business Forecasting (http://www.ibf.org/)

Université virtuelle

http://uv.ulb.ac.be/
Entrez votre nom d'utilisateur et votre mot de passe. Choisissez le cours Techniques quantitatives de gestion 1. Si vous n'y avez pas accès, envoyez un message au titulaire (gmelard@ulb.ac.be) qui demandera de vous ajouter à la liste des personnes autorisées. A cette fin, fournissez les informations suivante: nom du cours, votre nom, votre prénom, votre numéro d'étudiant (indispensable). Les six premiers chiffres de ce dernier constituent le mot de passe. Le nom d'utilisateur est, en principe, formé de l'initiale du prénom suivi des caractères du nom. Les exceptions à cette règle seront communiquées.
Il faut qu'Adobe Acrobat Reader version 4 ou plus récente (il se trouve sur les CD de la plupart des revues informatiques) ainsi qu'Excel 97/2000/XP/2003/2007/2010. Les classeurs d'Excel peuvent être ouverts dans OpenOffice.org ou Sun StarOffice mais plusieurs fonctionnalités sont alors inopérantes (surtout les hyperliens et les macros). Le tableur gratuit GNumeric peut aussi être employé, moyennant certaines restrictions. Voir l'annexe L "Mise à jour 2010" pour les améliorations qui ont été apportées.
Le mieux est de charger les fichiers sur votre PC. Cliquez sur chacun d'eux AVEC LE BOUTON DROIT, choisissez Enregistrez la cible sous (Save target as) et spécifiez un répertoire. Faites cela pour chaque fichier.

Sites Web

http://www.autobox.com/
http://www.ForecastPro.com/
http://www.sas.com/products/ets/index.html
http://www.spss.com
http://www-marketing.wharton.upenn.edu/forecast/welcome.html
http://www-personal.buseco.monash.edu.au/~hyndman/TSDL/
http://www.econ.vu.nl/econometriclinks/
http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html
http://www.scausa.com/

Annexe J

Copies du diaporama

Extraits d'un cours à distance réalisé pour la Banque Nationale de Belgique
Ceci est entièrement sur le CD-Rom de Mélard (2007)

N.B. Un certain nombre d'exemplaires de ces notes sont
encore disponibles au secrétariat du MCC.

© Guy Mélard, Université Libre de Bruxelles, 2010

Annexe K

Liste complète des exercices disponibles en version électronique

Extraits d'un cours à distance réalisé pour la Banque Nationale de Belgique

Disponible sur le CD-Rom joint à Mélard (2007)

© Guy Mélard, Université Libre de Bruxelles, 2010

Disponible sur l'Université virtuelle, sous le nom exercice_chapitres.pdf

N.B. Le fichier WELCOME.pdf permet d'accéder à la quasi-entièreté du cours
(y compris les séquences sonores, la séquence vidéo et les fichiers Excel)
mais cela ne semble bien fonctionner qu'avec Internet Explorer, pas avec Mozilla Firefox

Annexe L

Mise à jour 2010

Cette annexe fournit les modifications apportées en 2010

Cela concerne essentiellement les étudiants qui redoublent et les utilisateurs du CD-Rom joint à Mélard (2007). Les nouvelles versions sont disponibles dans l'Université Virtuelle.

© Guy Mélard, Université Libre de Bruxelles, 2010

N.B. Le fichier MAJ2010.zip contient les nouvelles versions d'un certain nombre de fichiers (voir liste ci-dessous). Pour en bénéficier, décompressez le fichier dans le dossier MPCT2 de manière à respecter l'arborescence (fichiers Excel dans les sous-dossiers CHAPxx du dossier FR et fichiers pour TSE dans les sous-dossiers CHAPxx du dossier DATA).

Liste des corrections de la mise à jour 2010

Les classeurs fonctionnent dans les différentes versions d'Excel (97, 2000, 2002, 2003, 2007, 2010) ainsi que dans OpenOffice.org Calc 3.1 et suivants, sauf indication contraire. Il fonctionnent aussi dans GNumeric à l'exception des macros.
Certains exercices reposent *partiellement* sur les outils complémentaires d'analyse statistique (Analysis toolpak) qui n'existe pas dans Calc et se présente différemment dans GNumeric. Il s'agit des exercices CH02EX01, CH07EX01, CH07EX05, CH07EX09.
Les macros ne fonctionnent pas dans les versions de Calc avant la version 3.0. Il faut en outre accepter l'exécution des macros VBA.
A cause de la présence des macros, il faut les accepter afin de pouvoir en bénéficier. Voir plus de détails ci-dessous.
Dans l'état actuel, les instructions relatives à ces exercices (comme d'ailleurs aux exercices recourant à Time Series Expert qui se réfèrent encore à la version 2.4 pour DOS) n'ont pas été mises à jour. Les corrigés, disponibles seulement sur le CD-Rom de Mélard (2007), n'ont pas été modifiés non plus.

Chapitre	Nom de fichier ou de dossier	Motivations
2	CH02EX04.xls	Erreurs corrigées dans trois macros
3	CH03EX05.xls	Les valeurs initiales proposées par la macro Initial étaient incorrectes
4	CH04EX01.xls	Les macros ne fonctionnaient pas dans Excel 2010 ni Calc. Elles fonctionnent maintenant mais les boutons restent inopérants dans Calc. Dans ce cas, il faut lancer l'exécution des macros par le menu. Ne fonctionne pas dans GNumeric
5	CH05EX05.xls	Suppression de 3 macros inutiles
	CH05EX06.xls	Corrections
	CH05EX09.xls	Changement de nom de la macro
6	CH06EX05.xls	Changement de nom de la macro
	CH06EX08.xls	Erreur corrigée dans une macro
7	CH07EX02.xls	Figures basées sur fonctions statistiques au lieu d'approximations
	CH07EX08.xls	Les calculs qui étaient basées sur une série décalée dans le temps ont été corrigés
	CH07EX09.xls	Il y avait plusieurs discordances entre les données d'Excel et de TSE qui ont été corrigées. Le classeur Excel a été profondément modifié
	CH07EX09	Correction des données
8	CH08EX02.xls	Erreur corrigée dans une macro
	CH08EX04.xls	Le tableau en bas de la feuille Main n'est pas correct dans Calc ou dans Gnumeric. Une macro permet de corriger le calcul du tableau dans Calc. Cependant son action détruit le tableau d'origine
13	CH13EX06.xls	Corrections dans l'application de quelques formules pour des nombres complexes. NB. Les nombres complexes ne sont pas acceptés dans les versions françaises d'Excel avant celle de 2003
	CH13EX07.xls	Corrections dans l'application de quelques formules pour des nombres complexes. NB. Les nombres complexes ne sont pas acceptés dans les versions françaises d'Excel avant celle de 2003

Pour permettre l'utilisation des macros, les opérations suivantes doivent être exécutées :

- dans Excel 2007 ou 2010 : cliquer sur le bouton Microsoft Office à l'extrême gauche, puis cliquer sur Options Excel. Dans la catégorie Centre de gestion de la confidentialité, cliquer sur Paramètres avancés du Centre de gestion de la confidentialité, puis sur la catégorie Paramètres des macros, choisir "Désactiver toutes les macros avec notification".
- dans Excel 2003 : dans le menu Outils, choisir Macro puis Securité puis le niveau de sécurité moyen.
- Dans OpenOffice.org Calc 3.0 ou suivants : dans le menu Outils, choisir Options puis OpenOffice.org puis Securité puis Sécurité des macros. Cocher le niveau de sécurité moyen. Ensuite dans Chargement /Enregistrement, choisir Projets VBA et cocher "Code exécutable".

Ensuite, lors de la tentative d'ouverture d'un fichier du cours au format Excel comportant des macros, il faut effectuer les opérations suivantes :

- dans Excel 2007 ou 2010 : si un message avertit que le fichier est ouvert en mode protégé, aller dans le ruban principal et demandez à déprotéger le classeur. Si un message de sécurité apparaît, accepter d'ouvrir le fichier. Si un message apparaît en haut de l'écran avec le bouton "Activer le contenu", cliquer sur ce bouton.
- dans Excel 2003 : un message propose d'activer ou de déactiver les macros. Accepter de les activer ("enable").
- Dans OpenOffice.org Calc 3.0 ou suivants : un message propose d'activer ou de déactiver les macros. Accepter de les activer ("enable"). Comme les macros VBA ne sont pas conservées dans des classeurs au format natif .ods, il faut sauvergarder les fichiers au format .xls.